

PETにおける transmission scan および CT scan の被曝評価: 多施設間比較

山口 慶一郎¹⁾、熊谷和明¹⁾、佐々木雄久¹⁾、伊藤正敏¹⁾、寺崎一典²⁾

1) ¹⁾ 東北大学サイクロترونラジオアイソトープセンター核医学研究部

2) 980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉

3)

4) ²⁾ 岩手医科大学サイクロترونセンター

5) 020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字留が森 348-58

1. はじめに

従来トランスミッションスキンの代わりに CT スキャンのデータを元に吸収補正を行うと同時に、CT スキャンで得られた画像と PET で得られた画像を融合し診断を行う PET-CT が昨年末正式に認可され、今後広く臨床の現場で用いられる可能性が出てきた。しかしながら、PET スキャンと CT スキャンを同時に行う場合の被曝量に関しては、はっきりとした検討がなされていない。今回の我々は、現在日本で用いられている PET のトランスミッションにおける被曝量を多施設間で測定し、従来のトランスミッションと CT を用いたトランスミッションの被曝量の違いを検討した。

2. 目的

本研究の目的はTransmission scanにおいて線源⁶⁸Ge, ¹³⁷Csを用いた場合とX線CTを用いた場合での、被曝線量を測定する。本邦ではPET-CTは検討時点で導入されていないため、PET-CTに用いられている機種と同一機種のCTをもちい、PET-CTと同一条件で撮像し検討した。線源を用いていたtransmissionは、各メーカーで吸収補正の方法が異なり、施設の運用状況によっても異なるため、メーカー推奨の時間に換算して評価した。

3. 方法

使用した機器はCT装置としてはGE社製Light Speed QX/i (Ver. 4.5)を用いた。撮像条件はGE社製PET-CTが推奨している管電圧120kV(実効エネルギー57kV)、管電流80mA、スキャン時間0.8sec、FOVはHeadモードでpitchは6、slice幅は5mm、beam幅は20mmの条件でHelical scanを行った。PET装置としてはSET 2400(島津社製)、Posicam(Positron Co.)、Allegro(Philips)、Advance(GE社)を使用した。それぞれのPET装置によりトランスミッションデータの作製方法が異なり、また線源の種類、強度も異なる。これら条件の違いを表1に示した。これらの条件をそろえる事は臨床的に意味がないと考え、それぞれの施設が実際に用いているスキャン条件にあわせて測定を行った。

線量測定は二種類の異なった方法で行った。電離箱線量計はRAMTEC 1000plus(TOYO Medic)をChamberとしてはA6(800ml)を用いた。電離箱線量計はセシウム線源で校正が終了しているものを用いた。半導体線量計

PDM-102 (Aloka) を用いた。半導体線量計は110mBqの⁶⁸Geを10分間照射することにより、ひとつひとつの線量計の感度補正を行った。いずれの線量計においても照射エネルギーによる吸収線量の補正はメーカーから提供された資料にもとづいた。

	SET2400	Posicam	Allegro	Advance
Transmission source	68Ge 317MBa	68Ge 106MBa	137Cs 740MBa	68Ge 564MBa
Scan time	3 min	4 min	23 sec	2 min

表 1 トランスミッションスキャン条件の違い

3.1 ファントム実験

ガントリー中心部で一断面のみのスキャンを行い、一断面あたりの被曝量を測定した。測定は直径20cmの二重円柱ファントムのFOVセンターおよび表面にガラス線量計、および半導体線量計を縦に配置しておこなった。

3.2 生体を用いた表面線量の測定

半導体線量計およびガラス線量計を生体表面に置くことにより、生体の場所の違いにおける表面被曝線量の違いについて検討した。線量計を頭頂部、甲状腺、胸部、心臓、肝臓、骨盤、精嚢に配置し、被曝表面線量を測定した。PET に関しては正常人ボランティアを、CT に関してはCT を受診する癌患者に文書による同意を得たのち測定を行った。いずれもスキャン範囲は恥骨―胸鎖関節までとした。それぞれのスキャン条件は電離箱線量計による測定と同一条件として測定した。

4. 結果

半導体線量計と電離箱線量計の被曝量の結果を表2に示す。半導体線量計と電離箱の結果は線源を用いたtransmissionの場合一致したが、CTの場合は半導体線量計では過小評価していた。

	SET2400	Posicam	Allegro	Advance	Light Speed
半導体線量計 (内側) (uSv)	14.7	10.8	3.20	26.7	1270
半導体線量計 (外側) (uSv)	21.9	13.9	5.75	27.4	1211
電離箱 (uGy)	21.1	12.0	6.43	20.2	4053
スキャン時間	3 分	4 分	23 秒	2分	4.7秒

表2 トランスミッションおよびCTによる被曝量

人体を用いた体表被曝の結果を表3に示す。ファントムに比較してやや多い値を示したが、半導体線量計での値はほぼ一致した。CTに関してはファントムの値に比較して低い値を示した。

	2400w	Alleguro	Accell	Advance	Light speed	
線源(Mbq)	200		740	350	732	
スキャン時間(秒)	180		43	120	60	
被曝線量(uSv)						
頭	6		2	4	10	205
頸部	25		23	20	22	2202
心臓	30		23	24	31	1756
肝臓	53		23	35	27	1628
腸骨稜	57		25	38	50	2285
生殖腺	37		10	27	37	983

表 3 人体を用いた表面被曝線量の測定

5. 考 察

CT スキャンの被曝量は撮像条件により大きく異なる。今回の CT スキャンの条件は PET のスライス厚を考慮した比較的厚いスライス厚での撮像を行っている。このため、通常の臨床で用いられるより、ピッチの数が多し。また CT のビームは十分にコリメーションされており、スキャン法として helical scan を用いている。このことは半導体検出器やガラス線量計では、検出器それ自体に CT のビームが直接あたらない可能性がある。ファントム実験で電離箱と半導体検出器およびガラス線量計での測定結果が、トランスミッションスキャンの結果ではよく一致していたにもかかわらず、CT スキャンの結果が大きく異なったのは CT のビームが直接測定器を横切らなかった可能性があると考えられる。

ICRP Pub. 60 における放射線による致死癌のリスクは $5.0E-2/Sv$ になっている。今回の CT による被曝のリスクを計算すると通常のトランスミッションによる被曝に比較して $2.0E-4$ (5000 人に一人の致死性癌の発生の増加に相当) のリスクの増加となる。

今回測定したのは空中線量および表面線量であり、生体の内部被曝を正當に評価したものではなく、今後人体ファントムを用いて、それぞれの対象臓器における被曝に関しての検討が必要であることは言うまでもない。ただし、PET-CT による被曝が全身被曝であり、日本においては検診の道具として使用される可能性があることから、PET-CT の被曝量の計算は早急に行われるべきだと考えられる。